

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-283419
(P2001-283419A)

(43) 公開日 平成13年10月12日 (2001. 10. 12)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 5/667

識別記号

F I

G 1 1 B 5/667

データベース (参考)

5 D 0 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-95898 (P2000-95898)

(22) 出願日 平成12年3月30日 (2000. 3. 30)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 田河 育也

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 松本 幸治

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦

Fターム (参考) 5D006 BB01 BB02 BB07 CA01 CA03
CA06 FA09

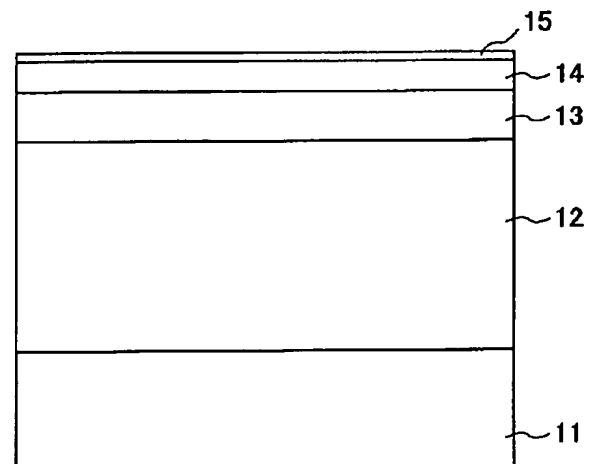
(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体及び磁気記憶装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は垂直磁気記録媒体及び磁気記憶装置に関し、記録感度を低下させずに軟磁性下地層に起因する媒体ノイズを低減可能とすることを目的とする。

【解決手段】 軟磁性下地層の上に中間層及び垂直磁化層が順次積層された構造の垂直磁気記録媒体において、中間層の膜厚は、垂直磁化層の膜厚以上に設定されているように構成する。

本発明になる垂直磁気記録媒体の
第1実施例の要部を示す断面図



STC-FRAS

【特許請求の範囲】

【請求項1】 軟磁性下地層の上に中間層及び垂直磁化層が順次積層された構造の垂直磁気記録媒体であって、該中間層の膜厚は、該垂直磁化層の膜厚以上に設定されていることを特徴とする、垂直磁気記録媒体。

【請求項2】 前記軟磁性下地層は、NiFe、FeTaC、CoZrNb、FeAlO、FeN、FeSiAlからなるグループから選択された材料からなり、前記中間層は、Al₂O₃、SiO₂、Cr、Tiからなるグループから選択された材料からなり、前記垂直磁化層は、CoCr、CoCrPtTa、CoCrNbPt、Co/Pd、TbFeCo、FePt、 γ Fe₂O₃を含む垂直磁気異方性を有する合金のグループから選択された材料からなることを特徴とする、請求項1記載の垂直磁気記録媒体。

【請求項3】 請求項1又は2記載の垂直磁気記録媒体と、シールド型GMRヘッドとを備えたことを特徴とする、磁気記憶装置。

【請求項4】 前記中間層の膜厚は、該GMRヘッド浮上面から前記垂直磁気記録媒体の垂直磁化層表面までの磁気的スペーシングより大きいことを特徴とする、請求項3記載の磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、磁気記録媒体及び磁気記憶装置に関し、特に垂直磁気記録方式を採用する垂直磁気記録媒体及びそのような垂直磁気記録媒体を用いる磁気記憶装置に関する。

【0002】垂直磁気記録方式では、垂直磁気記録媒体の磁性膜面に垂直な方向に磁化を行うことで磁気記録を行う。このため、垂直磁気記録媒体は、高密度記録に適している。

【0003】

【従来の技術】図1は、従来の垂直磁気記録媒体の一例の要部を示す断面図である。垂直磁気記録媒体は、基板1、軟磁性下地層2、中間層3、垂直磁化層4及び保護層5からなる。基板1は、Al合金等からなる。軟磁性下地層2は、NiFe等からなり、0.2～1 μ mの膜厚を有する。中間層3は、Cr、Ti等からなり、5nm以下の膜厚を有する。垂直磁化層4は、CoCr等からなり、20～50nmの膜厚を有する。保護層5は、DLC等からなり、5～10nmの膜厚を有する。

【0004】軟磁性下地層2は、記録感度及び再生感度の向上のために設けられる。この軟磁性下地層2の存在により、記録ヘッド磁界の垂直成分が大幅に増大するため、高い保磁力H_c（高い異方性磁化H_k）の垂直磁気記録媒体を実現できる。高い保磁力H_c（高い異方性磁化H_k）を得ることは、垂直磁気記録媒体の熱的安定性の実現するためには不可欠である。

【0005】中間層3は、垂直磁化層4の良好な密着性及び垂直磁化層4が軟磁性下地層2の結晶格子構造の影響を受けずに成長の初期段階から優れた結晶性を有するように設けられる。垂直磁化層4のエピタキシャル成長を誘起させることを目的としているため、この中間層3の膜厚は小さく設定されている。又、中間層3の膜厚を大きく設定すると、記録ヘッド磁界分布の急峻さの悪化を招くことが、従来より知られている。尚、原理的に軟磁性下地層2の結晶性の影響を受けない材料で垂直磁化層4を形成して、中間層3を設けない垂直磁気記録媒体も提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、軟磁性下地層2による記録感度の向上は、非常に大きな効果がある反面、軟磁性下地層2の存在により、媒体ノイズが大幅に増大するという問題があった。

【0007】そこで、本発明は、記録感度を低下させずに軟磁性下地層に起因する媒体ノイズを低減可能な垂直磁気記録媒体及び磁気記憶装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題は、軟磁性下地層の上に中間層及び垂直磁化層が順次積層された構造の垂直磁気記録媒体であって、該中間層の膜厚は、該垂直磁化層の膜厚以上に設定されていることを特徴とする垂直磁気記録媒体によって達成できる。

【0009】前記垂直磁気記録媒体の垂直磁化層の膜厚は10～50nmであり、前記中間層の膜厚は10～100nmであっても良い。

【0010】前記垂直磁気記録媒体の軟磁性下地層の膜厚は0.1～1 μ mであっても良い。

【0011】又、前記垂直磁気記録媒体の軟磁性下地層は、NiFe、FeTaC、CoZrNb、FeAlO、FeN、FeSiAlからなるグループから選択された材料からなり、前記中間層は、Al₂O₃、SiO₂、Cr、Tiからなるグループから選択された材料からなり、前記垂直磁化層は、CoCr、CoCrPtTa、CoCrNbPt、Co/Pd、TbFeCo、FePt、 γ Fe₂O₃を含む垂直磁気異方性を有する合金のグループから選択された材料からなる構成としても良い。

【0012】上記の課題は、上記のいずれかの垂直磁気記録媒体と、シールド型GMRヘッドとを備えたことを特徴とする磁気記憶装置によっても達成できる。

【0013】磁気記憶装置は、前記中間層の膜厚が、該GMRヘッド浮上面から前記垂直磁気記録媒体の垂直磁化層表面までの磁気的スペーシングより大きいように構成しても良い。

【0014】従って、本発明によれば、記録感度を低下させずに媒体ノイズを低減可能な垂直磁気記録媒体及び

磁気記憶装置を実現できる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明になる垂直磁気記録媒体及び磁気記憶装置の各実施例を、以下に図2以降と共に説明する。

【0016】

【実施例】図2は、本発明になる垂直磁気記録媒体の第1実施例の要部を示す断面図である。図2に示す垂直磁気記録媒体は、基板11、軟磁性下地層12、中間層13、垂直磁化層14及び保護層15からなる。基板11は、ガラスやAl合金等からなる。軟磁性下地層12は、NiFe、FeTaC、CoZrNb、FeAlO、FeN、FeSiAl等からなり、0.1~1μmの膜厚を有する。中間層13は、Al₂O₃、SiO₂、Cr、Ti等からなり、10~100nmの膜厚を有する。垂直磁化層14は、CoCr、CoCrPtTa、CoCrNbPt、Co/Pd、TbFeCo等のCoを主成分とした垂直磁気異方性を有する合金や、FePt、 γ -Fe₂O₃等の垂直磁気異方性を有する合金からなり、10~50nmの膜厚を有する。保護層15は、DLC等からなり、2~10nmの膜厚を有する。尚、垂直磁化層14は、磁性粒子径の微細化、均一化や磁性粒子間の磁氣的相互作用の切断等のために、各種添加物を含むようにしても良いことは、言うまでもない。

【0017】軟磁性下地層12は、記録感度及び再生感度の向上のために設けられる。この軟磁性下地層12の存在により、記録ヘッド磁界の垂直成分が大幅に増大するため、高い保磁力H_c（高い異方性磁化H_k）の垂直磁気記録媒体を実現できる。高い保磁力H_c（高い異方性磁化H_k）を得ることは、垂直磁気記録媒体の熱的安定性の実現するためには不可欠である。

【0018】中間層13は、垂直磁化層14の良好な密着性及び垂直磁化層14が軟磁性下地層12の結晶格子構造の影響を受けずに成長の初期段階から優れた結晶性を有するように設けられる。本実施例では、この中間層13の膜厚が、従来と比較して大きく設定されている点に特徴がある。つまり、この中間層13の膜厚は、図1に示す従来の垂直磁気記録媒体等と比べると、数倍~数十倍に設定され、且つ、垂直磁化層4の膜厚より大きく設定されている。

【0019】図3は、中間層13の膜厚をゼロに設定、即ち、中間層13を設けない場合の垂直磁気記録媒体に対するGMRヘッド感度分布を示す図である。同図中、縦軸は感度（Am/Wb）を示し、横軸はシールド型GMRヘッドのシールドギャップ中央を原点とした、垂直磁気記録媒体のトラック走行方向上の位置（μm）を示す。又、同図は、GMRヘッドと媒体表面までの磁氣的スペーシングMag. spe. = 30nm、垂直磁化層14の膜厚が30nm、軟磁性下地層12の膜厚が50

0nm、GMRヘッドのシールドギャップ長（シールド間隔）ShieldGL=110nmの場合についての感度分布を示す。

【0020】図3に示す感度分布は、垂直磁気記録媒体の任意の場所にある磁化モーメント（Wb/m²）により、どれだけの磁界（A/m）がGMRヘッドの膜内部に生じるかを計算したものである。具体的には、GMRヘッドに仮想的にコイルを1ターン巻き付けた状態を仮定して、2次元の有限要素法により磁界分布を求め、相反定理に従って逆算した。同図中、○印及び●印が垂直磁化層14内部における感度分布を示し、△印及び▲印が軟磁性下地層12の表面付近、即ち、軟磁性下地層12のうち最も垂直磁化層14に近い部分における感度分布を示す。又、●印及び▲印が垂直成分であるy成分、○印及び△印が長手成分であるx成分の分布を夫々示す。GMRヘッドは、同図に示すように、この垂直磁気記録媒体に対しては、垂直磁化層14に対する再生感度と比較して、80%以上もの感度を軟磁性下地層12に対して持っていることがわかる。このため、軟磁性下地層12内に磁化の揺らぎ、即ち、ノイズゾーンがあると、簡単に再生してしまうことがわかる。

【0021】図4は、中間層13の膜厚を、垂直磁化層14の約2倍である60nmに設定した場合の垂直磁気記録媒体に対するGMRヘッド感度分布を示す図である。同図中、縦軸は感度（Am/Wb）を示し、横軸はGMRヘッドのシールドギャップ中央を原点とした、垂直磁気記録媒体のトラック走行方向上の位置（μm）を示す。又、同図は、図3の場合と同様に、GMRヘッドと媒体表面までの磁氣的スペーシングMag. spe. = 30nm、垂直磁化層14の膜厚が30nm、軟磁性下地層12の膜厚が500nm、GMRヘッドのシールドギャップ長（シールド間隔）ShieldGL=110nmの場合についての感度分布を示す。更に、図4で用いられている丸印及び三角印は、図3の場合と同じ意味を持つものとする。

【0022】図4に示すように、この場合の軟磁性下地層12におけるGMRヘッド再生感度は、垂直磁化層14における感度の約35%近くまで低下していることがわかる。図3の場合は、GMRヘッドは80%以上の感度を軟磁性下地層12に対して持っているが、図4の場合は、この約半分以下にできることがわかる。従って、図4の場合には、再生出力に及ぼす軟磁性下地層12の影響が小さくなり、媒体ノイズが低減される。

【0023】このように、シールド型GMRヘッドの再生感度は、ヘッド浮上面からの距離が遠ざかる程低下することが明らかである。このため、再生信号を取り出したい垂直磁化層14をヘッド浮上面近くに、又、媒体ノイズ源となるために再生したくない軟磁性下地層12をヘッド浮上面から遠ざけることで、高い信号対雑音比（S/N比）の垂直磁気記録媒体を実現できる。

【0024】ところで、垂直磁化層の膜厚を大きくして、ヘッド浮上面からの軟磁性下地層までの距離を遠くすると、記録ヘッド磁界勾配が劣化して、記録分解能が低下することが、従来より知られている。

【0025】これに対し、本実施例は、このような従来技術とは全く異なるものである。本実施例では、垂直磁化層の膜厚を大きくしているわけではなく、中間層13の膜厚を大きくして、ヘッド浮上面から軟磁性下地層までの距離を遠くしている。

【0026】図5は、垂直磁気記録媒体に対する記録ヘッド磁界を示す図である。同図中、縦軸は記録ヘッド磁界(kA/m)を示し、横軸は記録ヘッドの垂直磁気記録媒体のトラック走行方向上の位置(μm)を示す。

又、▲印は中間層13の膜厚がゼロの場合の垂直成分であるy成分、△印は中間層13の膜厚がゼロの場合の長手成分であるx成分を示す。更に、●印は中間層13の膜厚が60nmの場合の垂直成分であるy成分、○印は中間層13の膜厚が60nmの場合の長手成分であるx成分を示す。同図は、図3の場合と同様に、ヘッドと媒体表面までの磁気的スペーシングMag. spe. = 30nm、垂直磁化層14の膜厚が30nm、軟磁性下地層12の膜厚が500nm、mmf = 0.4ATの場合についての記録磁界を示す。

【0027】又、図6は、有限要素法シミュレーションにより得られた、本実施例の垂直磁気記録媒体に対する記録時における磁束線の流れを示す図である。同図中、図2と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。図6において、21は記録ヘッドの上部磁極、22はリターンヨークを示し、記録ヘッドは、ギャップ長と上部磁極長が共に0.5 μm の垂直記録用リングヘッドであるものとした。

【0028】図5に示すように、丸印で示す本実施例におけるヘッド磁界分布は、図6に示す上部磁極21のトレース側(左側)において、三角印で示す中間層13の膜厚がゼロの場合のヘッド磁界分布に比べて、ヘッド磁界の急峻さが失われている。しかし、保磁力HがH = 450kA/m付近の磁界勾配は、本実施例の場合に $3.8 \times 10^{12} \text{ A/m}^2$ 程度であり、中間層13の膜厚がゼロの場合の約 $4.5 \times 10^{12} \text{ A/m}^2$ 程度と比較しても、著しい磁界勾配の劣化は見られない。この程度であれば、記録の際に問題は生じないと思われる。これは、垂直磁化層14自体の膜厚が大きくなるわけではなく、中間層13の膜厚のみが大きくなることに起因する。

【0029】又、本実施例の場合、中間層13の膜厚がゼロの場合と比較すると、磁界の強度が多少低下する。しかし、中間層13の膜厚が60nm程度の場合、750kA/m程度の記録磁界は見込めるので、保磁力HcがHc = 450~500kA/m程度の垂直磁気記録媒体までは良好な記録を行えると考えられ、現状がHc =

200kA/m程度であることを考慮すると、今後の高保磁力化に対しても十分対応可能であることがわかる。

【0030】次に、本発明になる垂直磁気記録媒体の第2実施例を説明する。図7は、垂直磁気記録媒体の第2実施例の要部を示す断面図である。同図中、図2と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

【0031】本実施例では、基板11がガラスからなり、基板11上には膜厚が5nmのSiN層31が設けられている。軟磁性下地層12は、SiN層31上に設けられ、膜厚が200nmのFeSiAlからなる。中間層13は、膜厚が30nm以上のSiNからなる。垂直磁化層14は、膜厚が30nmのTbFeCoからなる。この垂直磁化層14上には、膜厚が5nmのSiN層32が設けられ、このSiN層32上には膜厚が5nmでCからなる保護層15が設けられている。

【0032】本実施例の垂直磁気記録媒体は、次のように作成した。まず、スパッタ装置としては、4個のカソードを有する基板公転タイプのDCマグネトロンスパッタ装置を用いた。カソードには、BドーパSi、Fe、Si、Al、Tb、Fe、Co、Cの各ターゲットを装着した。ガラス基板11の次に形成されるSiN層31は、垂直磁化層14との密着性を向上させるために形成される。スパッタ時には、Arガスと共にN₂ガスを導入した。ArガスとN₂ガスのガスフローレートは3:1とし、スパッタガス圧は0.3Paとした。スパッタレートは、10nm/minとした。

【0033】FeSiAl軟磁性下地層12の飽和磁束密度Bs、保磁力Hcは夫々Bs = 1.4Wb/m²、Hc = 165A/mである。この軟磁性下地層12の形成時のスパッタArガス圧は0.5Pa、スパッタレートは30nm/minとした。SiN非磁性中間層13の成膜条件は、SiN層31の成膜条件と同じとした。記録層として形成される、Tb₁₀Fe₇₀Co₁₂垂直磁化層14の飽和磁化Bs、保磁力Hcは夫々Bs = 0.19Wb/m²、Hc = 330kA/mである。この垂直磁化層14の形成時のスパッタArガス圧は1.0Pa、スパッタレートは20nm/minとした。SiN層32は、酸化保護効果を有し、SiN層31と同じ成膜条件で成膜した。C保護層15は、アモルファスカarbonからなる。この保護層15の形成時、Cターゲットに対するArガス圧を0.3Pa、スパッタレートを5nm/minとしてスパッタした。

【0034】記録再生特性は、記録コア幅が1 μm 、GMR再生コア幅が0.8 μm 、再生シールドギャップ長が0.14 μm の磁気ヘッドを用いて測定した。又、ヘッド垂直磁気記録媒体からの浮上量は約15nm、垂直磁気記録媒体である磁気ディスクを回転するスピンドル回転数を4800rpmとした。

【0035】図8は、このようにして得られた記録再生

特性の測定結果を中間層13の膜厚に対して示す図である。同図中、縦軸はキャリアレベル(dBm)及びノイズレベル(dBm)を示し、横軸はSiN中間層13の膜厚(nm)を示す。又、○印はキャリアレベルを示し、●印はノイズレベルを示す。同図に示す測定結果は、SiN中間層13の膜厚を変えて、400kFCIの信号(dBm)をスペクトルアナライザで測定することで求めた。尚、スペクトルアナライザのバンド幅は30kHzとした。

【0036】図8からもわかるように、中間層13の膜厚を垂直磁化層14の膜厚より大きく設定することで、微小マークを記録できることが確認された。

【0037】図9は、図8の場合と同様にして、中間層13の膜厚を変えて、200kFCIの信号(dBm)をスペクトルアナライザで測定した結果を示す図である。図9中、縦軸はキャリアレベル(dBm)及びノイズレベル(dBm)を示し、横軸はSiN中間層13の膜厚(nm)を示す。又、○印はキャリアレベルを示し、●印はノイズレベルを示す。

【0038】図9からもわかるように、中間層13の膜厚を30nmより大きく設定することにより、信号振幅、即ち、キャリアレベルを劣化させることなく、ノイズレベルを低減できることが確認された。

【0039】次に、本発明になる垂直磁気記録媒体の第3実施例を説明する。垂直磁気記録媒体の第3実施例の構造は、図7に示した上記第2実施例の場合と同じである。

【0040】上記第2実施例では、垂直磁化層14の膜厚は30nmで一定であり、中間層13の膜厚を変えている。これに対し、第3実施例では、中間層13の膜厚を80nmで一定とし、垂直磁化層14の膜厚を変えた。

【0041】図10は、記録再生特性の測定結果を垂直磁化層14の膜厚に対して示す図である。同図中、縦軸はキャリアレベル(dBm)及びノイズレベル(dBm)を示し、横軸はTb₁, Fe₇, Co₁₂垂直磁化層14の膜厚(nm)を示す。又、○印はキャリアレベルを示し、●印はノイズレベルを示す。同図に示す測定結果は、SiN中間層13の膜厚を30nmと一定に設定し、Tb₁, Fe₇, Co₁₂垂直磁化層14の膜厚を変えて、400kFCIの信号(dBm)をスペクトルアナライザで測定することで求めた。尚、スペクトルアナライザのバンド幅は30kHzとした。

【0042】図10からもわかるように、垂直磁化層14の膜厚を小さくすること、即ち、中間層13の膜厚に対する垂直磁化層14の膜厚を相対的に小さくすることにより、微小マークを記録しやすくなり、信号振幅も大きくなることが確認できた。

【0043】図11は、図10の場合と同様にして、垂直磁化層14の膜厚を変えて、200kFCIの信号

(dBm)をスペクトルアナライザで測定した結果を示す図である。図11中、縦軸はキャリアレベル(dBm)及びノイズレベル(dBm)を示し、横軸はTb₁, Fe₇, Co₁₂垂直磁化層14の膜厚(nm)を示す。又、○印はキャリアレベルを示し、●印はノイズレベルを示す。

【0044】図11からもわかるように、垂直磁化層14の膜厚に関係なく、信号振幅は略一定である。他方、記録周波数におけるノイズレベルは、垂直磁化層14の膜厚の減少に伴い低下していることがわかる。

【0045】上記の如き測定結果から、垂直磁化層14の膜厚を、中間層13の膜厚より小さく設定することにより、微小マークの記録が可能になると共に、ノイズレベルも低減可能になることが確認できた。

【0046】次に、本発明になる垂直磁気記録媒体の第4実施例を説明する。垂直磁気記録媒体の第4実施例の構造は、図7に示した上記第2実施例の場合と同じである。

【0047】本実施例では、垂直磁化層14の膜厚を20nmに設定すると共に、中間層13の膜厚を垂直磁化層14の膜厚の3倍である60nmに設定し、軟磁性下地層12の材質を変えて200kFCIの信号(dBm)をスペクトルアナライザで測定して信号対雑音比(SNR)を調べた。又、ガラス基板11の厚みは0.635mm、SiN層31の膜厚は5nm、軟磁性下地層12の膜厚は200nm、SiN中間層13の膜厚は上記の如く60nm、TbFeCo垂直磁化層14の膜厚は20nm、SiN層32の膜厚は5nm、C保護層15の膜厚は5nmとした。

【0048】垂直磁気記録媒体の、軟磁性下地層12を除く各層の成膜条件などは、上記第2実施例と同じとした。他方、軟磁性下地層12には、次のNiFe系、FeTaC、CoZrNb、FeAlO、FeNなる5種類の合金を用い、成膜条件及び磁気特性などは、次の通りとした。

(1) Ni₈₀Fe₁₀Nb₁₀ 軟磁性下地層12: 飽和磁束密度Bs=1.8Wb/m², スパッタガス=Ar, ガス圧=0.5Pa, スパッタレート=30nm/min

(2) Fe₈₀Ta₁₀C₁₀ 軟磁性下地層12: 飽和磁束密度Bs=1.5Wb/m², スパッタガス=Ar, ガス圧=0.5Pa, スパッタレート=30nm/min

(3) Co₈₀Zr₁₀Nb₁₀ 軟磁性下地層12: 飽和磁束密度Bs=1.2Wb/m², スパッタガス=Ar, ガス圧=0.5Pa, スパッタレート=30nm/min

(4) Fe₈₀(Al₂O₃)₂₀ 軟磁性下地層12: 飽和磁束密度Bs=1.7Wb/m², スパッタガス=Ar, ガス圧=0.5Pa, スパッタレート=30nm/min

(5) FeN 軟磁性下地層12: 飽和磁束密度Bs=

1.5 Wb/m² , スパッタガス=Ar+N₂ , ガス圧=0.5 Pa, スパッタレート=30 nm/min
上記(1)~(5)の各軟磁性下地層12に対する20*

軟磁性下地層12

NiFeNb
FeTaC
CoZrNb
FeAlO
FeN

SNR (Spp/Nrms)

23.8
24.9
23.1
24.5
23.9

このように、中間層13の膜厚を、垂直磁化層14の膜厚に対して相対的に大きく設定することで、軟磁性下地層12の種類に依存することなく、良好なSNRを得られることが確認できた。

【0049】次に、本発明になる垂直磁気記録媒体の第5実施例を説明する。垂直磁気記録媒体の第5実施例の構造は、図7に示した上記第2実施例の場合と同じである。

【0050】本実施例では、中間層13をSiNで形成する場合と、Y-SiO₂ (Y:45at%)及びCで形成する場合とについて、200 kFCIの信号(dBm)をスペクトルアナライザで測定して上記と同様にSNRを調べた。尚、Y-SiO₂ 中間層13は、SiO₂ ターゲット上にYチップを置いて、高周波スパッタを行うことで形成した。又、C中間層13は、潤滑用に用いるC層と同様の方法でスパッタを行い形成した。ガラス基板11の厚みは0.635mm、SiN層31の膜厚は5nm、FeSiAl軟磁性下地層12の膜厚は200nm、中間層13の膜厚は60nm、TbFeCo垂直磁化層14の膜厚は20nm、SiN層32の膜厚は5nm、C保護層15の膜厚は5nmとした。

【0051】各種類の中間層13に対する200 kFCIにおけるSNRは、次のようになった。尚、記録再生特性は、上記第2実施例の場合と同じとした。

中間層13	SNR (Spp/Nrms)
SiN	24.1
Y-SiO ₂	23.9

※

TbFeCo保磁力(kA/m)	O/W (dB)	SNR (Spp/Nrms)
166	-50	24.1
300	-48	24.3
355	-48	24.2
480	-40	24.8
624	-35	24.9
850	-20	22.1

このように、中間層13の膜厚が60nmと垂直磁化層14の膜厚に比べて大きく設定されていても、垂直磁化層14の保磁力H_cは約600 kA/mまでは十分に記録可能であることが確認でき、中間層13の膜厚の増大による記録能力の低下は実用的には問題とならないことも確認できた。

【0054】次に、本発明になる磁気記憶装置の一実施

*0 kFCIにおけるSNRは、次のようになった。尚、記録再生特性は、上記第2実施例の場合と同じとした。

24.3

このように、中間層13の種類を変えても、SNRには殆ど変化が見られないことから、上記第1~第4実施例の場合と同様に、中間層13の膜厚に対して垂直磁化層14の膜厚を相対的に小さくすることが、高SNR化に有効であることが確認できた。

【0052】次に、本発明になる垂直磁気記録媒体の第6実施例を説明する。垂直磁気記録媒体の第6実施例の構造は、図7に示した上記第2実施例の場合と同じである。

【0053】本実施例では、垂直磁化層14の組成を変えて、保持力の大きさを変化させた場合のオーバーライト(O/W)特性を調べた。オーバーライトは、60 kFCIの信号の上に、360 kFCIの信号を記録した場合の60 kFCIの消し残りを調べた。記録再生実験系は、上記第2実施例と同様のものを使用した。又、ガラス基板11の厚みは0.635mm、SiN層31の膜厚は5nm、FeSiAl軟磁性下地層12の膜厚は200nm、SiN中間層13の膜厚は60nm、TbFeCo垂直磁化層14の膜厚は20nm、SiN層32の膜厚は5nm、C保護層15の膜厚は5nmとした。尚、TbFeCoは、成膜条件によって、同一組成であっても保磁力や飽和磁化の値が異なる場合があるため、保磁力に対するオーバーライト(O/W)特性の変化及び参考として200 kFCIにおけるSNRも測定した。

例を説明する。磁気記憶装置の本実施例は、本発明になる垂直磁気記録媒体を用いる。

【0055】図12は、磁気記憶装置の実施例を示す平面図である。同図に示すように、磁気記憶装置100のハウジング101には、回転軸102、回転軸102に装着される磁気ディスク103、磁気ディスク103に対向する浮上ヘッドスライダ104、アーム軸105、

浮上ヘッドスライダ104を先端に固着してアーム軸105を中心に磁気ディスク103上を水平に移動するキャリアアーム106及びキャリアアーム106を駆動して水平移動させるアクチュエータ107が収容される。磁気ディスク103に対して情報の記録又は再生を行う場合には、磁気回路で構成されたアクチュエータ107によりキャリアアーム106が駆動され、浮上ヘッドスライダ104が回転する磁気ディスク103上の所望のトラックに位置決めされる。浮上ヘッドスライダ104の先端には、磁気ヘッド200が設けられている。この磁気ヘッド200は、尚、図12は、便宜上、ハウジング101の上部に設けられるカバーを取り外した状態を示している。

【0056】磁気ディスク103は、上記垂直磁気記録媒体の第1～第6実施例のいずれの構成を有しても良い。

【0057】次に、磁気ディスク103の中間層13の膜厚と、磁気ヘッド200を構成するシールド型GMRヘッドの浮上面から磁気ディスク103表面までの磁気的スペーシングとの関係について、図13及び図14と共に説明する。図13及び図14では、便宜上、垂直磁気記録媒体の特定の層のみを示す。

【0058】図13は、シールド型GMRヘッドと図1に示す垂直磁気記録媒体との関係を説明する図である。つまり、図13は、磁気ディスク103が図1の構造を有した場合を示す。図13中、図1と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

【0059】図13の場合、GMRヘッド200A及び図1に示す垂直磁気記録媒体の組み合わせでは、シールドギャップ300は50～200nmであり、GMRヘッド200Aと媒体表面（垂直磁化層4）までの磁気的スペーシング301は20～80nmである。この場合、垂直磁化層4は軟磁性下地層3に近接して存在するため、垂直磁化層4内の磁化から発生する磁束は、そのまま軟磁性下地層2へ流れる。このため、軟磁性下地層2には、局所的に強い垂直方向磁界が加わることになる。従って、本質的に面内に磁気異方性を有する軟磁性下地層3の磁化も、局所的に回転しなければならないが、軟磁性材料では強い交換結合が働いているため、局所的な磁化変化はエネルギー的に不安定となる。このため、垂直磁化層4の急峻な磁化転移形成を阻害したり、軟磁性下地層3の磁区を乱したりする。前者は、高密度記録の再生信号の減衰を招き、後者は、媒体ノイズの原因となる。

【0060】図14は、シールド型GMRヘッドと図2に示す垂直磁気記録媒体の第1実施例との関係を説明する図である。つまり、図14は、磁気ディスク103が図2の構造を有した場合を示す。図14中、図2と同一部分には同一符号を付し、その説明は省略する。

【0061】図14の場合、垂直磁化層14は、軟磁性

下地層12よりもGMRヘッド200Aに近い側に位置している。従って、同図に示すように、垂直磁化層14内の磁化から発生する磁束は、軟磁性下地層12の局所に集中することはない。この結果、軟磁性下地層12の磁化の変化は緩やかになり、高密度記録の再生信号の増大及び媒体ノイズの低減が可能となる。

【0062】図15は、本実施例において、図14に示すGMRヘッド200Aと媒体表面（垂直磁化層14）までの磁気的スペーシング301が30nmの場合の信号レベル及びノイズレベルのSiN中間層13の膜厚依存性の測定結果を示す図である。同図中、縦軸はキャリアレベル（dBm）及びノイズレベル（dBm）を示し、横軸は中間層13の膜厚（nm）を示す。又、○印はキャリアレベル示し、●印はノイズレベルを示す。同図に示す測定結果は、SiN中間層13の膜厚を変えて、400kFCIの信号（dBm）をスペクトルアナライザで測定することで求めた。同図からもわかるように、中間層13の膜厚が磁気的スペーシング301より大きく40nm以上になると、キャリア対ノイズ比（CNR）が向上することが確認できた。

【0063】このように、本実施例によれば、シールド型GMRヘッドの再生感度分布の特徴を生かして、記録感度を低下させることなく、軟磁性下地層に起因する媒体ノイズの低減を図り、優れたSNRの垂直磁気記録を行うことができる。

【0064】以上、本発明を実施例により説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々の変形及び改良が可能であることは、言うまでもない。

【0065】

【発明の効果】本発明によれば、記録感度を低下させずに軟磁性下地層に起因する媒体ノイズを低減可能な垂直磁気記録媒体及び磁気記憶装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の垂直磁気記録媒体の一例の要部を示す断面図である。

【図2】本発明になる垂直磁気記録媒体の第1実施例の要部を示す断面図である。

【図3】中間層を設けない場合の垂直磁気記録媒体に対するGMRヘッド感度分布を示す図である。

【図4】中間層の膜厚を垂直磁化層の約2倍に設定した場合の垂直磁気記録媒体に対するGMRヘッド感度分布を示す図である。

【図5】垂直磁気記録媒体に対する記録ヘッド磁界を示す図である。

【図6】有限要素法シミュレーションにより得られた記録時における磁束線の流れを示す図である。

【図7】本発明になる垂直磁気記録媒体の第2実施例の要部を示す断面図である。

【図8】記録再生特性の測定結果を中間層の膜厚に対し

て示す図である。

【図9】記録再生特性の測定結果を中間層の膜厚に対して示す図である。

【図10】記録再生特性の測定結果を垂直磁化層の膜厚に対して示す図である。

【図11】記録再生特性の測定結果を垂直磁化層の膜厚に対して示す図である。

【図12】本発明になる磁気記憶装置の一実施例を示す平面図である。

【図13】シールド型GMRヘッドと図1に示す垂直磁気記録媒体との関係を説明する図である。

【図14】シールド型GMRヘッドと図2に示す垂直磁気

* 気記録媒体との関係を説明する図である。

【図15】磁気的スペーシングが30nmの場合の信号レベル及びノイズレベルの中間層の膜厚依存性の測定結果を示す図である。

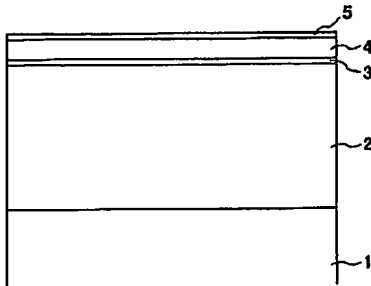
【符号の説明】

- 11 基板
- 12 軟磁性下地層
- 13 中間層
- 14 垂直磁化層
- 15 保護層

200A GMR

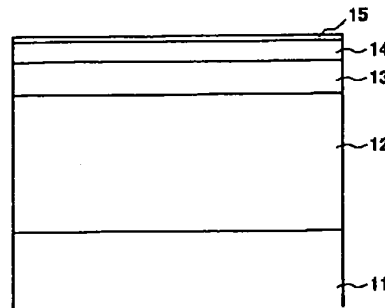
【図1】

従来の垂直磁気記録媒体の一例の要部を示す断面図



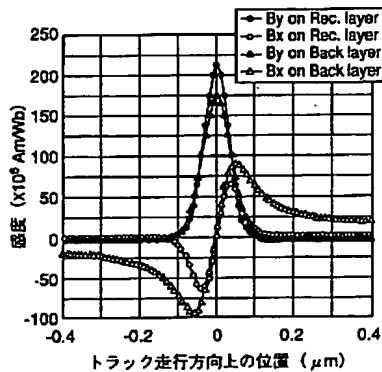
【図2】

本発明になる垂直磁気記録媒体の第1実施例の要部を示す断面図



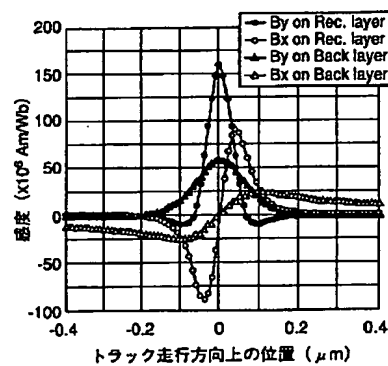
【図3】

中間層を設けない場合の垂直磁気記録媒体に対するGMRヘッド感度分布を示す図



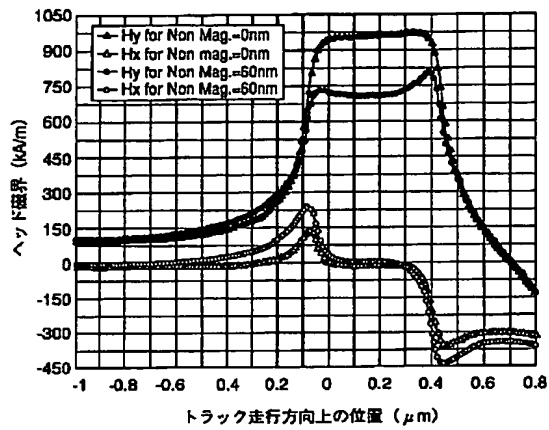
【図4】

中間層の膜厚を垂直磁化層の約2倍に設定した場合の垂直磁気記録媒体に対するGMRヘッド感度分布を示す図



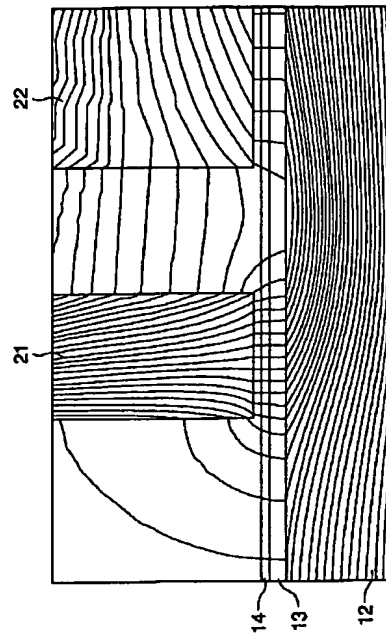
【図5】

垂直磁気記録媒体に対する記録ヘッド磁界を示す図



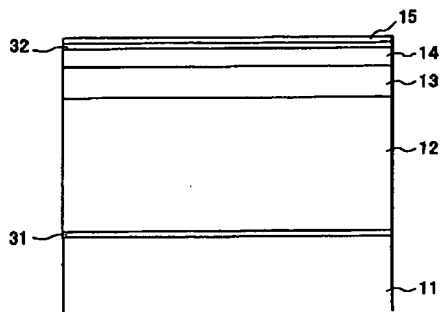
【図6】

有限要素法シミュレーションにより得られた記録時における磁束線の流れを示す図



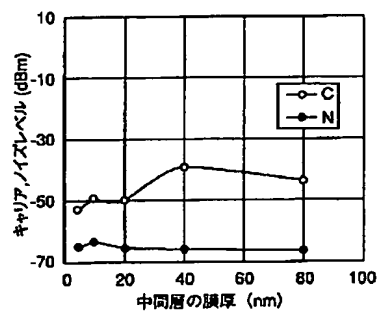
【図7】

本発明になる垂直磁気記録媒体の第2実施例の要部を示す断面図



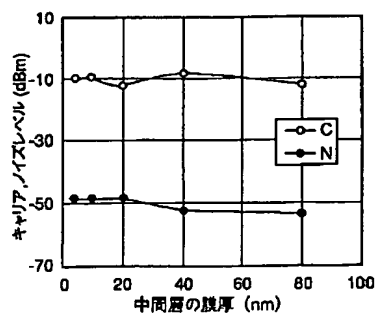
【図8】

記録再生特性の測定結果を中間層の膜厚に対して示す図



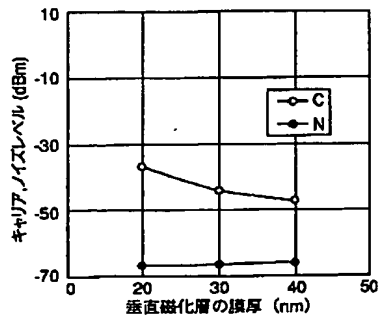
【図9】

記録再生特性の測定結果を中間層の膜厚に対して示す図



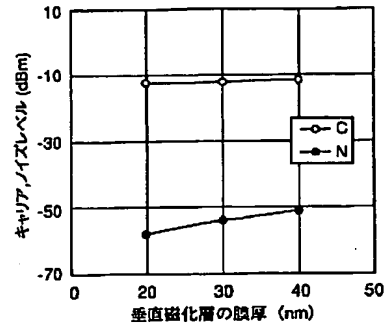
【図10】

記録再生特性の測定結果を垂直磁化層の膜厚に対して示す図



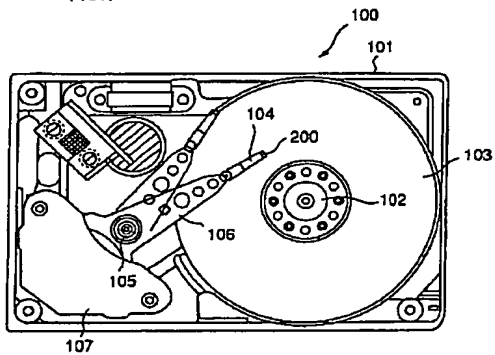
【図11】

記録再生特性の測定結果を垂直磁化層の膜厚に対して示す図



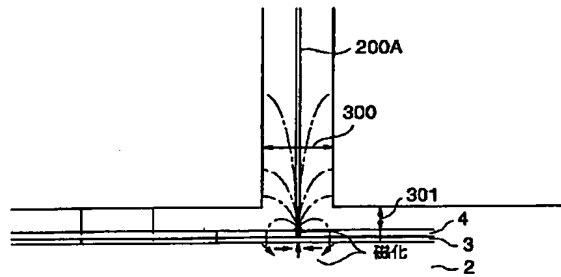
【図12】

本発明になる磁気記憶装置の一実施例を示す平面図



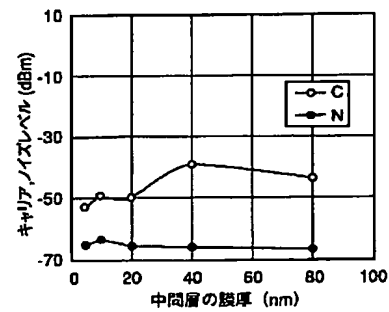
【図13】

シールド型GMRヘッドと図1に示す垂直磁気記録媒体との関係を説明する図



【図15】

磁気的スペーシングが30nmの場合の信号レベル及びノイズレベルの中間層の膜厚依存性の測定結果を示す図



【図14】

シールド型GMRヘッドと図2に示す垂直磁気記録媒体との関係を説明する図

